



La logística como factor de éxito en los centros logísticos integrados de biomasa



M.ª Victoria Muerza Marín

Investigadora Postdoctoral en el Programa Internacional de Logística MIT-Zaragoza.
Zaragoza Logistics Center

M.ª Teresa de la Cruz Eiriz

Gestora de proyectos de investigación en Zaragoza Logistics Center

Luca Urciuoli

Profesor Adjunto en el Programa Internacional de Logística MIT-Zaragoza.
Zaragoza Logistics Center.

Profesor Asociado en el KTH Royal Institute of Technology, Estocolmo, Suecia

Resumen

Los centros logísticos integrados de biomasa surgen como una oportunidad para las agroindustrias al aprovechar los períodos ociosos derivados de la naturaleza estacional de la actividad. Este tipo de estrategias se beneficia de la materia de desecho proveniente de la actividad agrícola para su transformación, produciéndose una diversificación de producto. Tres tipos de actores se encuentran involucrados: proveedores, agroindustria existente y distribuidores. En este sentido, la viabilidad económica es muy dependiente de la configuración de la cadena de suministro, que determina los costes logísticos. Este tipo de estrategias puede ser de gran utilidad para Aragón por la importancia del sector agroindustrial en la región y la disponibilidad de materia prima.

Palabras clave

Centros logísticos integrados de biomasa, cadena de suministro de biomasa, economía circular, configuraciones logísticas.

1. Introducción

En la actualidad existen una serie de factores que afectan la competitividad de las agroindustrias tales como la naturaleza estacional de la materia prima, que implica períodos de infrutilización de recursos existentes, y el desecho de los residuos provenientes del normal funcionamiento de la actividad empresarial (Muerza y Urcioli, 2018).

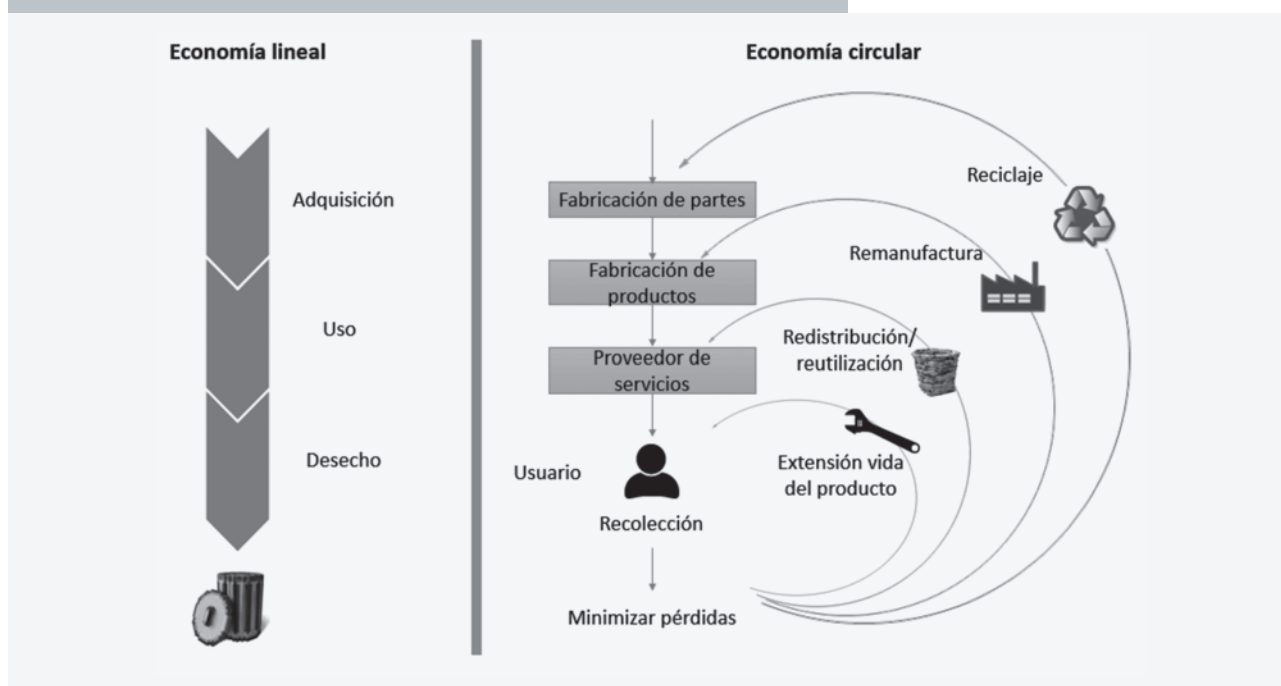
Por otro lado, la preocupación creciente por el agotamiento de los recursos naturales ha hecho que los gobiernos se comprometan a impulsar un desarrollo sostenible. En este sentido, la Comisión Europea se ha marcado el ambicioso objetivo de transformar la economía de la Unión Europea en una economía circular para el año 2030.

Una economía circular está basada en una «sociedad del reciclaje» don-

de se produzca una disminución de la generación de basura, y el uso de desechos como materia prima en nuevos procesos, es decir, se sigue el principio de «cierre del ciclo de vida». La economía circular se representa usualmente por medio de cuatro bucles que representan cuatro principios básicos (Urbinati et al., 2017): (i) extensión de vida del producto; (ii) redistribución/reutilización; (iii) remanufactura, y (iv) reciclaje. La figura 1 muestra una comparativa entre el concepto de economía circular y economía lineal. Básicamente, la principal diferencia reside en que el residuo o desecho es un nuevo producto con un nuevo ciclo de vida.

Pero, ¿cómo se traslada este concepto a la agroindustria? En el contexto de reciclaje y reutilización de desechos agrícolas de origen vegetal nos referimos a la biomasa. En este sentido, existen múltiples tipos de bio-

Figura 1. Economía lineal vs economía circular



FUENTE: Elaboración propia.



masa que pueden ser utilizados como materia prima en la producción de otros productos significando una diversificación de la agroindustria.

En general, se pueden identificar dos tipos de biomasa de origen vegetal (Yue *et al.*, 2014). El primer tipo se refiere a la proveniente del grano de maíz, caña de azúcar, soja, semillas oleaginosas, etc. Este tipo de biomasa tiene implicaciones directas en cuanto a la fijación de precios y producción mundial de alimentos. Por otro lado, el segundo tipo, denominado biomasa celulósica, se obtiene a partir de los residuos agrícolas, por ejemplo, partes de plantas que quedan en el campo después de la cosecha, residuos forestales como restos de madera, y cultivos energéticos, es decir, árboles de crecimiento rápido y pastos perennes cultivados específicamente para usos energéticos. Una utilización común de la biomasa es la producción de energía en diferentes formas, tales como biocombustibles o pellets. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los biocombustibles de segunda generación producidos a partir de residuos agrícolas presentan una limitación de escala derivada de la logística de la recolección de las materias primas (Leboreiro y Hilaly, 2013).

Así pues, en un contexto donde se pretende promover la economía circular en la agroindustria por medio de la reutilización de los residuos existentes, se ha acuñado el concepto de Centro Logístico Integrado de Biomasa (CLIB) en el marco del proyecto europeo AgroInLog. Este concepto requiere la transformación de la cadena de suministro y se basa en el aprovechamiento de los recursos sin explotar y el conocimiento existente, con el objetivo de diversificar la actividad tanto a la entrada (tipología de materia prima) como a la salida (tipología de producto) de la cadena de suministro.

Los CLIBs podrían ofrecer empleos estables en regiones donde los sectores agrícolas sean fuertes. La diversificación de la oferta basada en criterios estacionales podría utilizarse para garantizar una producción continua u óptima en estas instalaciones. Ofrecer empleos estables significa fortalecer el crecimiento económico de estas regiones.

Existen cuatro características típicas que pueden asociarse a un CLIB (Annevelink *et al.*, 2017): (i) enfoque de valor integrado hacia los mercados de alimentos y bio; (ii) disponibilidad regional de biomasa; (iii) logística, operaciones de almacenamiento y pretratamiento; y (iv) explotar la posición central.

La configuración de la cadena logística debe ser optimizada ya que repercute directamente en la viabilidad económica del CLIB. Las soluciones logísticas a adoptar dependerán del tipo de producto final a partir de un determinado tipo de residuo, ya que los procesos de transformación serán diferentes tanto en el CLIB como a nivel de suministro: tamaño de la materia prima, transporte, uso de almacenes intermedios, etc.

2. La agroindustria en Aragón

2.1. Sectores de actividad

La agroindustria puede ser definida como «el conjunto de actividades industriales dedicadas a la transformación, preparación, conservación y envasado de productos del sector primario para su consumo humano y animal» (Duarte *et al.*, 2011; CESA, 2018). De acuerdo con la clasificación nacional de actividades económicas (CNAE 2009), la agroindustria puede enmarcarse en el grupo C

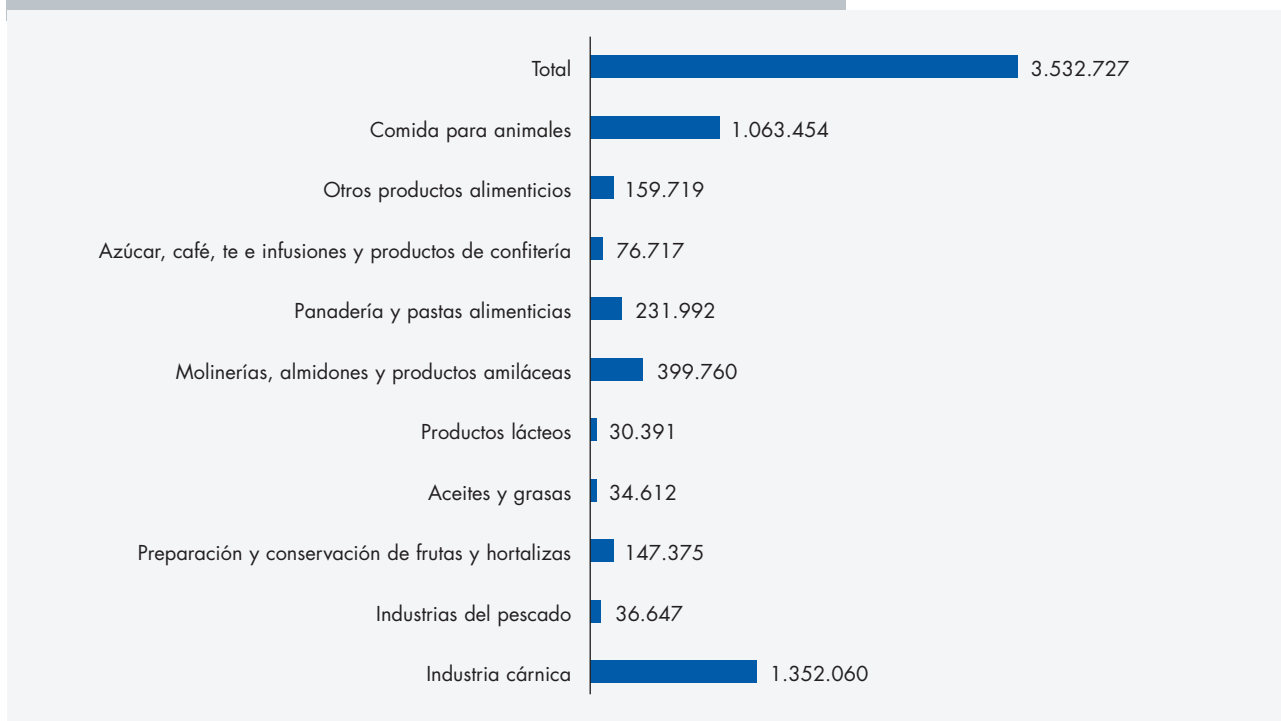
(Industria manufacturera) e incluye las siguientes divisiones: industria de la alimentación (C10), fabricación de bebidas (C11), e industria del tabaco (C12, inexistente en Aragón). En este artículo nos focalizamos en la sección C10, debido a la tipología de materia prima o residuo agrícola generado que pueda utilizarse para su transformación en un CLIB.

La agroindustria aragonesa presenta una gran atomización y escasa dimensión empresarial, lo que limita sus posibilidades de promoción y comercialización (CESA, 2018). Aunque la agroindustria es el segundo subsector industrial en Aragón (por empleo y volumen de negocio, cada vez más cercano a la automoción, que ocupa el primer lugar), su desarrollo está por debajo de la media española y de las comunidades Autónomas vecinas con características geográficas

semejantes, permitiendo aún espacio para crecer. Se puede decir, que en Aragón, «este conjunto de actividades constituye un subsector estratégico por su peso específico en el total de la industria, su constatado comportamiento anticíclico, su capacidad para dinamizar la economía a través de las compras de factores y productos a otras actividades de la zona, su potencial para generar empleo en las economías rurales y, sobre todo, sus posibilidades de crecimiento futuro» (CESA, 2018).

La figura 2 muestra el valor de producción en Aragón (en euros) según el tipo de actividad recogido en C10. Tal y como puede observarse, los principales sectores de actividad de la agroindustria aragonesa por valor de la producción en euros son la industria cárnica (con el sector porcino a la cabeza), el alimento para

Figura 2. Valor de la producción (€) en Aragón según el tipo de actividad agroindustrial en C10. Año 2015



FUENTE: Adaptado de CESA, 2018.



► **Tabla 1. Producción de cultivos en Aragón. Año 2017**

Cultivos	Toneladas	%	Hectáreas	%
Cereales	3.241.261	54,45	883.924,85	71,92
Forrajes	1.358.245	22,82	101.395,72	8,25
Frutales	765.555	12,86	105.451,55	8,58
Hortícolas	269.116	4,52	11.798,77	0,96
Viñedo	147.939	2,49	33.921,48	2,76
Olivo	77.369	1,30	44.859,92	3,65
Legumbres y proteaginosas	44.382	0,75	26.424,34	2,15
Industriales	32.231	0,54	20.647,86	1,68
Tubérculos	16.087	0,27	614,52	0,05%
Total	5.952.185		1.229.039	

FUENTE: IAEST.

animales (producción de cereales, deshidratación de forrajes y fabricación de piensos principalmente), y la transformación de cereales para alimentación humana (molinería, pan, galletas, pasta, etc.).

Una importante característica de la industria agroalimentaria aragonesa es que consume un alto porcentaje de materias primas agrícolas locales. En este sentido, de acuerdo con datos recogidos por el IAEST, en el año 2014, los sectores de actividad: industria cárnica, comida para animales, y molinerías, almidones y productos amiláceos, efectuaron un 39,31%, 37,16% y 9,96% del total de compras de materia prima efectuadas en Aragón (1.201.508,91 miles de euros) por sector de actividad de la industria de alimentación. En cuanto a las ventas en la misma comunidad autónoma, un 52,80% correspondieron al sector de comida para animales y un 21,73% al sector de actividad de la industria cárnica (de un total de 1.394.061,93 miles de euros). Cabe señalar que el sector de actividad de piensos y forrajes para animales

presenta un altísimo potencial para la creación de CLIBs integrados con su producción habitual.

Por otro lado, existen una serie de cultivos que podrían utilizarse por su tipología o por la característica del residuo generado en su recolección o posterior procesado. En este sentido, destacan los recogidos en la tabla 1. Tal y como puede observarse, en datos del año 2017, Aragón dedicaba la mayoría de la superficie de cultivo existente (aproximadamente un 72%) a los cereales, seguido del cultivo de frutales (8,58%) y forrajes (8,25%). De la misma manera, la mayor producción (toneladas) se corresponde con los cultivos mencionados.

2.2. Empleo derivado

En Aragón, en 2018 había registradas un total de 913 empresas agroindustriales (C10), que supusieron el 14,42% del total de empresas del sector. De entre ellas, el 78,4% correspondían a microempresas (de 0 a 9 asalariados), el 18,1% correspondió a pequeñas empresas (10-49 asalariados), el 3,1% a medianas (50-199 asalariados), y el 0,4% a

Tabla 2. Empresas en Aragón, actividad principal (grupos CNAE 2009). Año 2018

	Total	Micro	Pequeña	Mediana	Gran
Industria de la alimentación (C10)	913	710	171	28	4
• Industria cárnica	162	100	52	9	1
• Industria del pescado	7	4	2	0	1
• Preparación y conservación de frutas y hortalizas	63	41	17	5	0
• Aceites y grasas	75	72	3	0	0
• Productos lácteos	46	39	6	1	0
• Molinerías, almidones y productos amiláceos	22	13	7	2	0
• Panadería y pastas alimenticias	381	341	35	5	0
• Otros productos alimenticios	86	63	17	4	2
• Comida para animales	71	37	32	2	0

FUENTE: CESA (2018), INE.

grandes empresas (200 o más asalariados). La tabla 2 recoge un desglose de datos por sector de actividad.

En lo que respecta al empleo (datos del año 2016, INE), el subsector de la alimentación suponía el 89,1% de la mano de obra agroalimentaria (9.540 personas), mientras que 10,9% corresponde a la fabricación de bebidas (1.173 personas). Por tipo de actividad, la mayor parte del personal está ocupado en la industria cárnica (27,5%), panadería y pastas alimenticias (19,9%), y comida para animales (10,9%).

Cabe destacar que desde finales de 2013 las afiliaciones a la seguridad social en el sector han presentado tasas interanuales positivas en los cuatro trimestres.

3. Centros logísticos integrados de biomasa: retos y oportunidades

3.1. Concepto de centro logístico integrado de biomasa

Un centro logístico integrado de biomasa (CLIB) puede definirse como (Annevelink *et al.*, 2017):

«Una estrategia de negocio para agroindustrias que permite aprovechar las sinergias no explotadas en términos de capacidades de instalaciones, equipos y personal, para diversificar la actividad regular tanto en el insumo (alimentos y biomasa) como en el producto obtenido (alimentos, *biocommodities* y materias primas intermedias de base biológica) mejorando así la competitividad de las agroindustrias y aumentando el valor agregado entregado por esas compañías».

La viabilidad de este tipo de estrategias debe estudiarse desde un punto de vista social, ambiental y económico. La viabilidad social se refiere a la creación de empleo derivado de la diversificación de la actividad de la empresa. La viabilidad ambiental está relacionada con el cálculo de emisiones desde la recolección de la materia prima (desecho de la agroindustria), hasta la transformación en el CLIB y la distribución en el mercado del nuevo producto. La viabilidad económica considera el cálculo de costes logísticos, relacionados con la

configuración de la cadena de suministro. En este sentido, se distinguen tres tipos de actores (Urcioli y Muerza, 2018):

- Proveedores: agricultores que proveen el residuo agrícola a la empresa objetivo (agroindustria existente).
- CLIB (Empresa objetivo): planta industrial donde se lleva a cabo el proceso de transformación de los residuos en *biocommodities*.
- Distribuidor: empresa encargada de comprar los productos al CLIB y venderlos a los clientes finales en mercados geográficos específicos. Dependiendo de la estrategia de distribución, el CLIB puede asumir el rol de distribuidor.

La figura 3 muestra una representación de los actores en la cadena de suministro de residuos agrícolas para su transformación en un CLIB.

La tabla 3 recoge posibles costes asociados a la cadena de suministro. Debe tenerse en cuenta que pueden adoptarse diferentes configuraciones dependiendo del tipo de residuo. Además, el almacenaje de residuos puede ser temporal dependiendo de las fuentes de aprovisionamiento, a medio-largo plazo en el propio CLIB, en un almacén de distribución, o en las instalaciones del minorista. El modo de transporte dependerá de la forma del residuo, la calidad de la materia prima y la distancia de transporte. Por otro lado, en este tipo de estrategias es muy importante asegurar el suministro del residuo, para ello será necesario establecer acuerdos con proveedores que permitan un suministro de calidad a un precio razonable. Además, será necesario que el equipamiento existente en la agroindustria sea capaz de procesar el nuevo producto o integrarse en la línea de producción.

Figura 3. Principales actores de la cadena de suministro de biomasa de residuos agrícolas



FUENTE: Adaptado de Urcioli y Muerza, 2018.

Tabla 3. Costes asociados a una cadena de suministro de biomasa de residuos agrícolas

Actividad	Proveedores	CLIB	Distribuidor
Aprovisionamiento			
• Procesado de órdenes	x	x	x
• Adquisición:			
–Propiedad de la máquina	x	x	x
–Alquiler del terreno	x		
–Manejo de materiales	x		
–Servicios de mantenimiento y reparación	x	x	x
Fabricación			
• Siembra (costes de uso de maquinaria, combustible utilizado, mano de obra)	x		
• Recogida de residuos (costes de uso de maquinaria, combustible utilizado, mano de obra)	x		
• Empaquetado (costes de mano de obra)	x		
• Electricidad/ Energía		x	x
• Mano de obra	x	x	x
Logística			
• Almacenamiento	x	x	x
• Costes de inventario	x	x	x
• Inventario en tránsito	x	x	x
• Transporte (entrante/ saliente)	x	x	x

FUENTE: Adaptado de Urcioli y Muerza (2018).

3.2. Retos

Una encuesta realizada en el marco del proyecto AGROinLOG a diferentes actores relacionados con agroindustrias de varios sectores¹ (agricultores, operadores logísticos, cooperativas, asociaciones e institutos de investigación agrarios) reveló que en España, las barreras más importantes para implementar un CLIB son las técnicas de tipo logístico, los aspectos financieros (impacto financiero y plan de negocio) y las oportunidades de negocio (demanda del producto final y existencia de competidores). Asimismo será necesario definir nuevos modelos de negocio para la explotación de la actividad. Un primer punto de partida puede consultarse en Muerza y Urcioli (2018).

Este artículo aborda las barreras de tipo logístico (ver Sección 3.1 y Sección 4), a través de la identificación de los principales costes implicados y la configuración de diferentes soluciones logísticas para un caso dado.

A la hora de implementar los nuevos modelos de negocio que permitan explotar el concepto de CLIB es necesario realizar una labor formativa en las agroindustrias para que los trabajadores sean capaces de manejar y gestionar tanto las nuevas materias primas como los nuevos productos y productos intermedios del CLIB.

3.3. Oportunidades

La implementación de los CLIBs permite ampliar la visión de las cadenas de valor de la producción, teniendo

¹ Para más información consultar entregable 7.1 del proyecto Agroiinlog (agroiinlog2020.eu/).



además una visión integrada de las mismas (Annevelink *et al.*, 2017).

Así, la realización de estos centros permite utilizar economías de escala, ya que el papel central de la instalación favorece que una mayor cantidad de biomasa sea transportada y procesada. Además, frente a las instalaciones individuales, permite el uso de tipos de materias primas adicionales (residuos de biomasa alimentarios y no alimentarios).

Por otro lado, al desarrollar otras actividades complementarias a la inicial, los períodos de inactividad se ven reducidos o eliminados y la capacidad existente se ve maximizada. En el caso en que tenga que realizarse algún tratamiento previo de la materia prima (biomasa), la capacidad adicional va a suponer bajos costes adicionales de inversión.

Finalmente, en los CLIBs puede producirse no solamente piensos para animales o pellets, sino también *biocommodities* que son el punto de entrada a industrias más avanzadas en la cadena de valor, y permiten ingresos económicos adicionales a través de la producción de nuevos tipos de productos y la diversificación de actividades.

4. Soluciones logísticas

La configuración de la cadena de suministro depende de múltiples factores, entre ellos la tipología de residuo y el producto a obtener. Existen diferentes componentes y conceptos logísticos que se utilizan en su definición. Tres tipos de actividad deben tenerse en cuenta: pre-procesado del residuo, procesado, transporte y almacenamiento. El pre-procesado de residuo incluye conceptos logísticos tales como la reducción del tamaño del material, grado de humedad, o tipo de empaquetado. El procesado tiene en cuenta la aplicación del equi-

pamiento más eficiente o la posibilidad de combinar diferentes tipos de residuos, entre otras opciones. El transporte y almacenamiento considera la posibilidad de combinar diferentes modos de transporte, el uso de soluciones inteligentes en el transporte para la elección de la ruta más óptima, la tipología del medio de transporte incluyendo la capacidad, y el uso opcional de almacenes intermedios, entre otros.

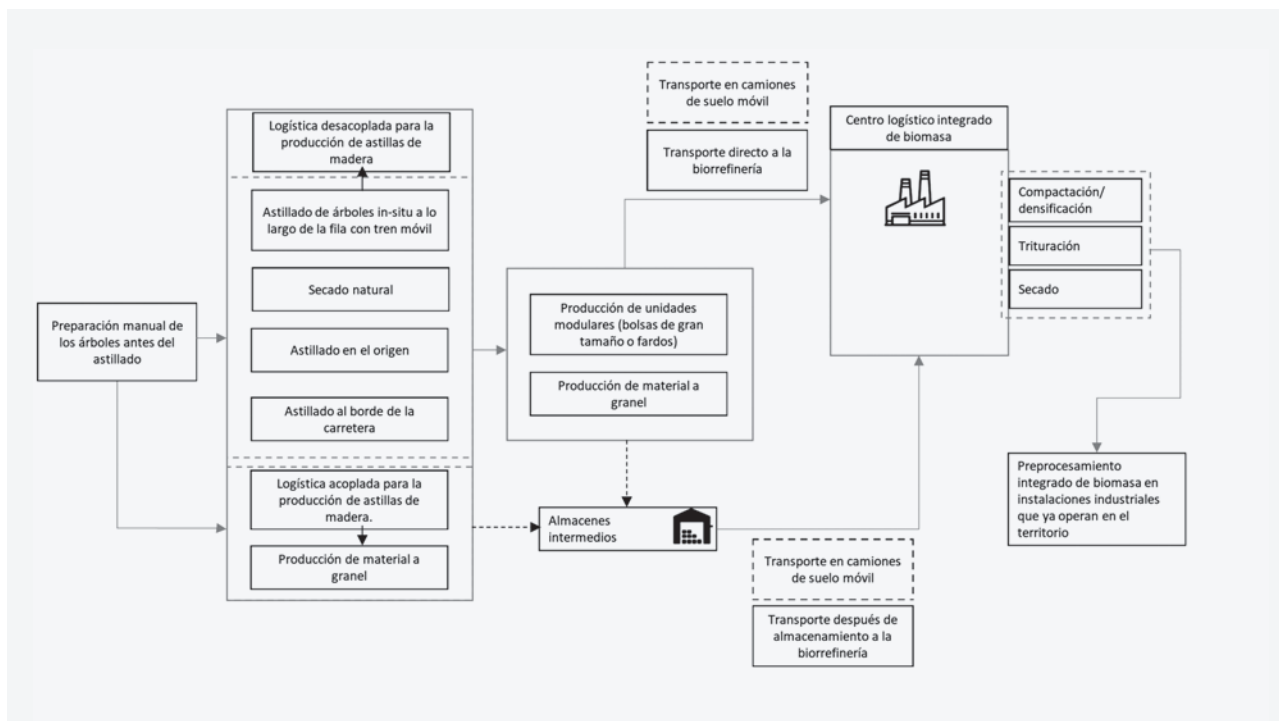
Esta sección presenta un ejemplo de cadena de suministro a partir del uso de residuo de material de poda de árboles (material leñoso). La figura 4 muestra una configuración genérica. Esta configuración deberá adaptarse dependiendo del producto final a obtener, ya que los procesos de transformación a aplicar al residuo serán diferentes. En este sentido podemos considerar dos casos:

- La producción de pellets a partir de la poda de olivos.
- La extracción de fenoles a partir de las hojas de olivo y orujo.

La Figura 5 muestra una configuración genérica de una cadena logística de podas de olivo para la producción de pellets en un molino de orujo. Tal y como puede verse, se pueden adoptar varias opciones en cada etapa (cultivo de olivo, preparación, cosecha, almacenamiento y transporte, CLIB / productos) de la cadena de suministro.

Por otro lado, la extracción de fenoles a partir de las hojas de olivo y orujo obtenido como residuo en almazaras (CLIB) considera tres posibilidades: (i) el uso de hojas de las podas, (ii) el uso de orujo extraído del alperujo (subproducto obtenido después de procesar las aceitunas para la extracción del aceite de oliva), y (iii) el uso de las hojas después de separarse de las aceitunas antes del procesado.

Figura 4. Configuración genérica de una cadena de suministro de residuo de poda de árboles



FUENTE: Elaboración propia.

La cadena logística del uso de hojas de podas se puede basar en la anterior configuración (figura 5), ya que el residuo también proviene de las podas. Las diferencias principales son los procedimientos de transformación que se llevarán a cabo en el CLIB. De hecho, debe incluirse un procedimiento para la separación de las hojas de la rama. Sin embargo, se propone el secado natural tradicional (es decir, el secado al sol y al viento), ya que puede influir en la calidad final del producto; también se podrían aplicar procesos de secado industrial en el CLIB.

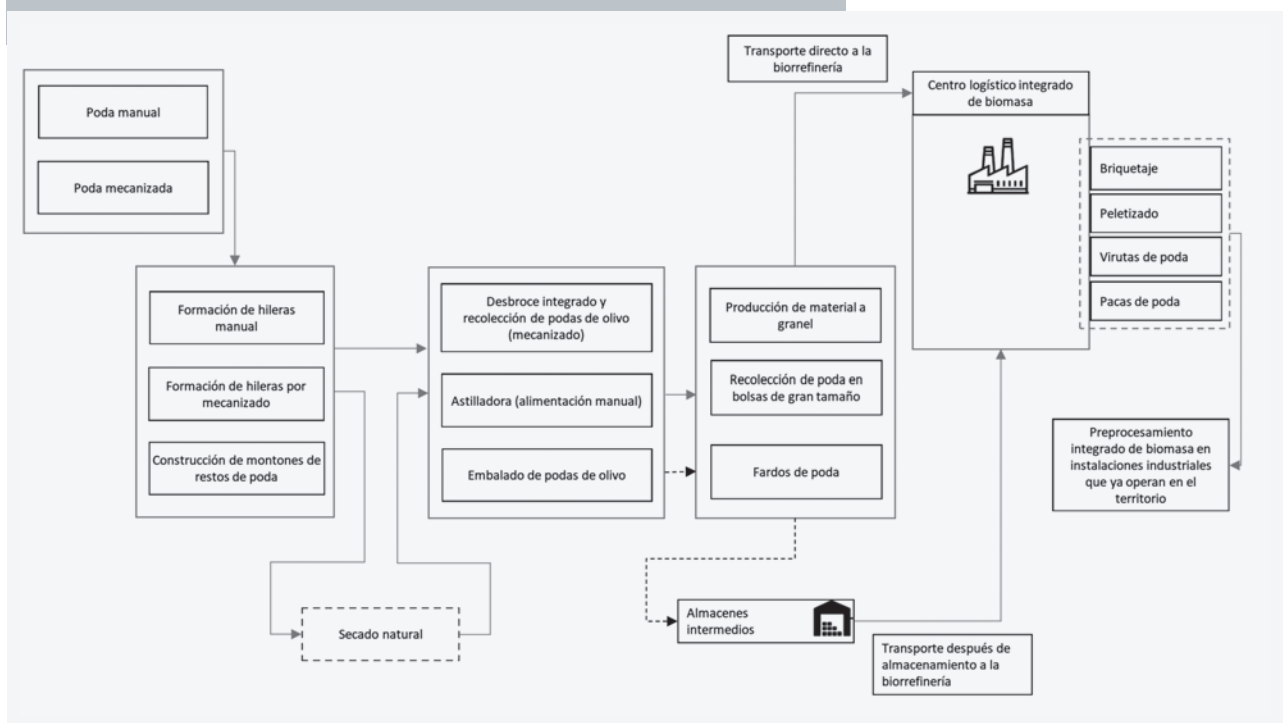
El uso de orujo extraído de alperujo depende de la transformación primaria de las aceitunas en aceite. Además, el uso de hojas después de haber sido separadas de la aceituna antes del procesamiento depende del

proceso de recolección. Así, se presenta una cadena logística para la recolección de aceitunas y hojas (figura 6). La principal diferencia entre ambas cadenas logísticas estará en los procesos de transformación necesarios en el CLIB.

5. Discusión y conclusiones

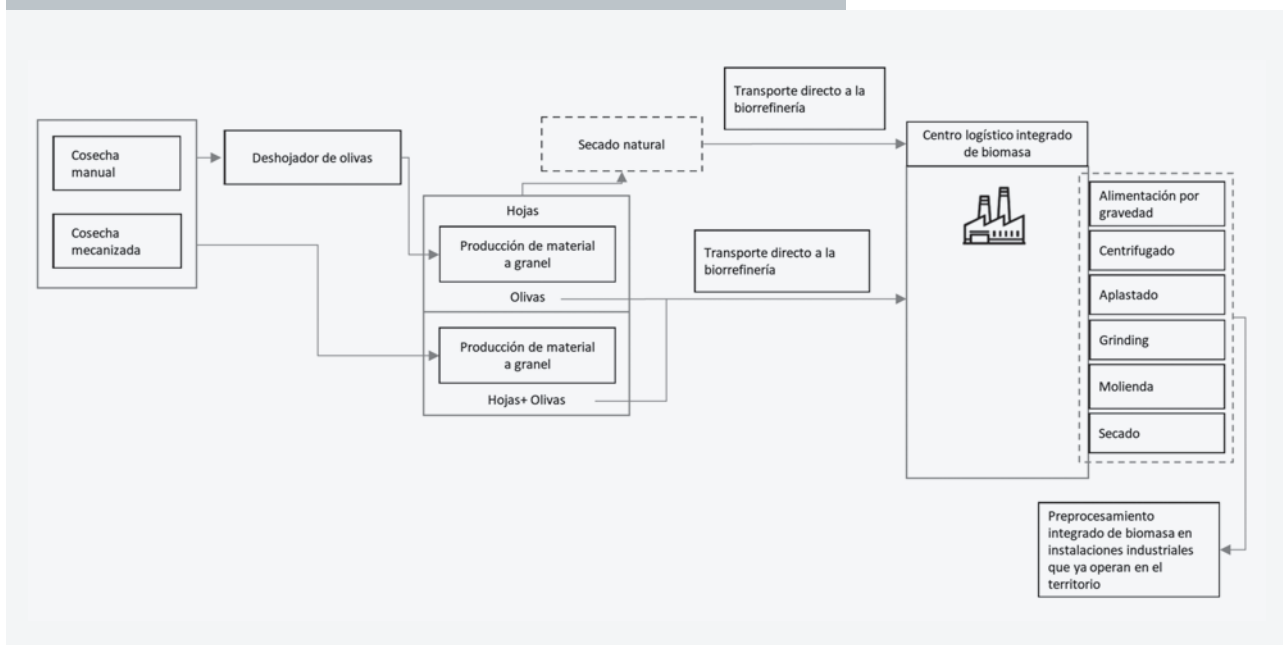
La preocupación creciente por el agotamiento de recursos naturales ha supuesto que exista una tendencia creciente por transformar la economía (eminentemente lineal) en una circular. En la agroindustria esto se traduce en el aprovechamiento de los residuos de origen agrícola como punto de partida para la obtención de nuevos productos o biocommodities haciendo uso los recursos existentes y los periodos de inactividad. De

Figura 5. Producción de pellets a partir de la poda de olivos



FUENTE: Configuración diseñada y validada por CERTH en un workshop con agricultores griegos.

Figura 6. Extracción de fenoles a partir de hojas de olivo y orujo



FUENTE: Elaboración propia.



esta manera surge el concepto de centro logístico integrado de biomasa (CLIB) como estrategia de negocio en el marco del proyecto europeo Agroinlog. La adopción de CLIBs reduce la estacionalidad de la mano de obra. En particular, la diversificación del suministro a los CLIBs puede proporcionar un empleo más estable en los mencionados centros. En este proceso de transformación, tres actores se ven involucrados: los proveedores del residuo agrícola, la agroindustria existente y los distribuidores del nuevo producto.

El estudio de viabilidad contempla tres puntos de vista: económico, social y ambiental. En este artículo nos hemos centrado en la viabilidad económica asociada al cálculo de los costes logísticos relacionados con la cadena de suministro.

La configuración de la cadena de suministro se ve influenciada por la tipología del residuo y por el tipo de productos o *biocommodities* a obtener, puesto que los procesos de transformación serán diferentes tanto en el

CLIB como a nivel de suministro. En este sentido deberá tenerse en cuenta el tamaño y calidad de la materia prima, modo de transporte, uso de almacenes intermedios, tecnología de recogida, etc. Un factor esencial es el aseguramiento del suministro, para ello deberán adoptarse diferentes acuerdos con los proveedores.

En este artículo se ha presentado un caso centrado en el uso de residuo proveniente de la poda de árboles. Teniendo en cuenta que la poda proviene del olivo se han considerado dos posibilidades y sus correspondientes configuraciones de la cadena de suministro: la producción de pellets a partir de la poda de olivos, y la extracción de fenoles a partir de las hojas de olivo y orujo.

El desarrollo de estas estrategias en Aragón está altamente influenciado por las características de su agroindustria y la disponibilidad de residuos. La agroindustria en Aragón es un sector estratégico por su peso específico en el total de la industria, su potencial para crear empleo en las

Ideas fuerza

- La adopción de centros logísticos integrados de biomasa permite hacer uso de las capacidades ociosas de agroindustrias existentes.
- La configuración de la cadena de suministro dependerá de las condiciones de suministro, del tipo de material de desecho a utilizar y del producto a fabricar.
- Los actores involucrados en el proceso incluyen los proveedores del residuo agrícola, la agroindustria existente y los distribuidores del nuevo producto.
- La viabilidad de este tipo de estrategias debe analizarse desde un punto de vista económico, social y ambiental.
- La ubicación de la agroindustria es un factor determinante de la idoneidad de adopción de un CLIB debido a los costes y a las distancias.
- La implementación de este tipo de estrategias en Aragón debe analizarse por ser el sector agroindustrial clave para la región y por la disponibilidad de materia prima.



zonas rurales y sus posibilidades de crecimiento. Las empresas agroindustriales aragonesas están caracterizadas por un elevado nivel de atomización y escasa dimensión empresarial, de hecho, en 2018 un 78,4% del total de las empresas (sector de actividad de la alimentación) correspondían a microempresas. Por otro lado, Aragón posee cultivos cuya naturaleza es favorable (ver Tabla 1), aunque los mayores volúmenes de producción y superficie de cultivo corresponden a cereales, frutales y forrajes. En este sentido se hace necesario analizar la viabilidad económica, social y ambiental de las posibles agroindustrias interesadas en aplicar este tipo de estrategias.

6. Agradecimientos

Este artículo ha sido financiado por el programa de investigación e innovación de la Unión Europea Horizonte 2020, ref. No. 727961 (proyecto AGROinLOG - Demostración de centros logísticos integrados de biomasa innovadores para el sector agroindustrial en Europa).

7. Bibliografía

- ANNEVELINK, B., VAN GOGH, B., NOGUÉS, F. S., ESPATOLERO, S., DE LA CRUZ, T., LUZZINI, D., KARAMPINIS, M., KOUGIOMTZIS, M., AND OLSSON, J. (2017). Conceptual description of an Integrated Biomass Logistics Center (IBLC). European Biomass Conference & Exhibition 2017, 12-15 June 2017. Stockholm, Sweden.
- DUARTE, R., SÁNCHEZ-CHÓLIZ, J., CAZCARRO, I., REBAHI, S., SARASA, C. y SERRANO, A. (2012). La industria agroalimentaria en la economía aragonesa: capacidad dinamizadora, escenarios de crecimiento y medio ambiente. Consejo Económico y Social de Aragón (CESA).
- CESA (2018). Informe sobre la situación económica y social de Aragón. Panorama económico. Consejo Económico y Social de Aragón.
- LEBOREIRO, J., y HILALY, A.K. (2013). Analysis of supply chain, scale factor, and optimum plant capacity for the production of ethanol from corn stover. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 54, pp. 158-169.
- MUERZA, V., y URCIUOLI, L. (2018). Sustainable Business Model Innovation for the Agroindustry. *Innovation, the name of the game: The International Society for Professional Innovation Management (ISPIIM)*, pp. 1-12.
- URBINATI, A., CHIARONI, D., y CHIESA, V. (2017). Towards a new taxonomy of circular economy business models. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 168, pp. 487-498.
- URCIUOLI, L., AND MUERZA, V. (2018). An integrated framework for evaluating costs of IBLCs' supply chains. *ILS 2018- Information Systems, Logistics and Supply Chain, Proceedings*, pp. 475-483.
- YUE, D., YOU, F., y SNYDER, S.W. (2014). Biomass-to-bioenergy and biofuel supply chain optimization: overview, key issues and challenges. *Computers & Chemical Engineering*, Vol. 66, pp. 36-56.

Páginas web

- Instituto Nacional de Estadística (INE): <https://www.ine.es/>
- Instituto Aragonés de Estadística (IAEST): <http://www.aragon.es/iaest>



M.ª Victoria Muerza Marín. Investigadora postdoctoral en el Programa Internacional de Logística MIT-Zaragoza en el Zaragoza Logistics Center. La Dr. Muerza obtuvo los títulos de Ingeniería Técnica especialidad en Electrónica, Ingeniería Industrial y un doctorado en Ingeniería Industrial (mención «cum laude»), por la Universidad de Zaragoza. Los principales intereses de investigación de la Dr. Muerza incluyen el Transporte y Logística en la Cadena de Suministro, la optimización de toma de decisiones, la toma de decisiones multicriterio, el análisis y desarrollo de procesos de diversificación industrial y tecnológica, el análisis de la competitividad tecnológica de empresas y regiones, la gestión de tecnología e innovación y la evaluación tecnológica. Es autora de diversas publicaciones en estas áreas.

M.ª Teresa de la Cruz Eiriz. Gestora de proyectos de investigación en el Zaragoza Logistics Center. Además, es Doctora en Química Analítica por la Universidad de Zaragoza y tiene un Máster en Dirección de la Supply Chain por el ZLC. Ha participado realizando tanto tareas de gestión como de investigación en proyectos de I+D a nivel regional, nacional y europeo en los campos de movilidad urbana y cadenas de suministro y sistemas de transporte sostenibles y nuevas tendencias de la cadena de suministro.

Luca Urciuoli. Profesor Adjunto en el Programa Internacional de Logística MIT-Zaragoza del Zaragoza Logistics Center y Profesor Asociado en el KTH Royal Institute of Technology en Estocolmo, Suecia. Tiene un Máster en Ingeniería Industrial, por la Universidad Tecnológica de Chalmers (Gotemburgo) y es Doctor por la Universidad de Ingeniería de Lund. Cuenta con experiencia como gestor de proyectos en el desarrollo de servicios telemáticos en las áreas de transporte y optimización logística, seguridad y gestión y diagnóstico de actividades y tiempo del grupo Volvo (Suecia) y como Director de investigación en la asociación Cross-border Research (Suiza). También trabajó como profesor de la Universidad de Ingeniería de Borås, enseñando en materias relacionadas con la distribución física, el riesgo, la capacidad de recuperación y gestión de la cadena de suministro.